



115
2/7/02
Molesi

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Junhua CHANG

Appln. No.: 09/921,683

Group Art Unit: 2853

Confirmation No.: 8175

Examiner: Not Yet Assigned

Filed: August 06, 2001

For: LIQUID JETTING APPARATUS AND METHOD OF DRIVING THE SAME

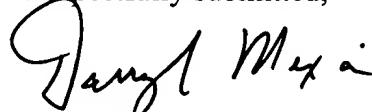
SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

Submitted herewith are two (2) certified copies of the priority documents on which claims to priority was made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to acknowledge receipt of said priority documents.

Respectfully submitted,



Darryl Mexic
Registration No. 23,063

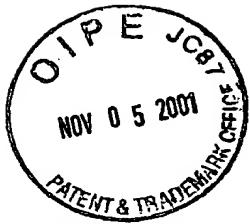
SUGHRUE MION, PLLC
2100 Pennsylvania Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20037-3213
Telephone: (202) 293-7060
Facsimile: (202) 293-7860

Enclosures: Japan P.2000-236433
Japan P.2001-214784

DM/plr

Date: November 5, 2001

BEST AVAILABLE COPY



日本特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2000年 8月 4日

出願番号
Application Number:

特願2000-236433

出願人
Applicant(s):

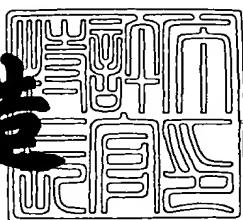
セイコーエプソン株式会社

BEST AVAILABLE COPY

2001年 8月 10日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3070634

【書類名】 特許願
【整理番号】 12037048
【提出日】 平成12年 8月 4日
【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿
【国際特許分類】 B41J 2/205
【発明者】
【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーホームズ株式会社内
【氏名】 張 俊華
【特許出願人】
【識別番号】 000002369
【氏名又は名称】 セイコーホームズ株式会社
【代理人】
【識別番号】 100098073
【弁理士】
【氏名又は名称】 津久井 照保
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 033178
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0000256
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液体噴射装置、及び、液体噴射装置の駆動方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ノズル開口に連通した圧力室及びこの圧力室の容積を変化させる圧力発生素子を有する噴射ヘッドと、駆動パルスを有する一連の駆動信号を生成する駆動信号生成手段とを備え、駆動パルスの供給により圧力発生素子を作動させてノズル開口から液滴を噴射させるようにした液体噴射装置において、

前記駆動信号生成手段は、メニスカスを圧力室側に大きく引き込むように圧力室を急激に膨張させる引き込み要素と、メニスカスの中心部を吐出方向に盛り上げるように引き込み要素によって膨張した圧力室を収縮させる第1加圧要素と、中心部が盛り上がったメニスカスの周縁部を引き込むべく第1加圧要素によって収縮した圧力室を膨張させる膨張要素とを含んだ駆動パルスを発生し、

引き込み要素の供給時間を圧力室の固有振動周期 T_c の $1/2$ 以下に設定すると共に、第1加圧要素の駆動電圧を駆動信号の駆動電圧 V_h の 60% 以下に設定したことを特徴とする液体噴射装置。

【請求項2】 前記引き込み要素の駆動電圧を駆動信号の駆動電圧 V_h に設定したことを特徴とする請求項1に記載の液体噴射装置。

【請求項3】 前記第1加圧要素の駆動電圧を駆動信号の駆動電圧 V_h の 50% 以下に設定し、かつ、膨張要素の駆動電圧を駆動信号の駆動電圧 V_h の 40% 以上に設定したことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の液体噴射装置。

【請求項4】 前記膨張要素の駆動電圧を第1加圧要素の駆動電圧以下に設定したことを特徴とする請求項3に記載の液体噴射装置。

【請求項5】 前記膨張要素の供給時間を圧力室の固有振動周期 T_c の $1/4$ 以下に設定したことを特徴とする請求項1から請求項4の何れかに記載の液体噴射装置。

【請求項6】 前記膨張要素の供給に伴う圧力室の膨張速度が第1加圧要素の供給に伴う圧力室の収縮速度よりも大きくなるように膨張要素の駆動電圧及び供給時間を定めたことを特徴とする請求項1から請求項5の何れかに記載の液体噴射装置。

【請求項 7】 前記駆動パルスは、第1加圧要素の終端と膨張要素の始端とを同電位で接続する加圧ホールド要素を含み、

加圧ホールド要素の供給時間を圧力室の固有振動周期 T_c の $1/4$ 以下に設定したことを特徴とする請求項 1 から請求項 6 の何れかに記載の液体噴射装置。

【請求項 8】 前記駆動パルスは、膨張要素によって膨張した圧力室を収縮させる第2加圧要素を含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 7 の何れかに記載の液体噴射装置。

【請求項 9】 前記第2加圧要素の駆動電圧を駆動信号の駆動電圧 V_h の 75 % 以上に設定したことを特徴とする請求項 8 に記載の液体噴射装置。

【請求項 10】 前記第2加圧要素の供給時間を圧力室の固有振動周期 T_c の $1/3$ 以下に設定したことを特徴とする請求項 8 又は請求項 9 に記載の液体噴射装置。

【請求項 11】 前記第1加圧要素の供給開始タイミングから第2加圧要素の供給開始タイミングまでの期間を、圧力室の固有振動周期 T_c 以下に設定したことを特徴とする請求項 8 から請求項 10 の何れかに記載の液体噴射装置。

【請求項 12】 前記第1加圧要素の供給開始から第2加圧要素の供給開始までの期間を、圧力室の固有振動周期 T_c の $1/4$ 以上 $3/4$ 以下の範囲内に設定したことを特徴とする請求項 11 に記載の液体噴射装置。

【請求項 13】 前記駆動パルスは、第2加圧要素の後に配置され、第2加圧要素の終端電位を所定時間に亘って維持する制振ホールド要素と、該制振ホールド要素の終端電位から中間電位まで電位を変化させて圧力室を基準容積に膨張復帰させる制振要素とを含んでいることを特徴とする請求項 8 から請求項 12 の何れかに記載の液体噴射装置。

【請求項 14】 前記制振要素の供給時間を圧力室の固有振動周期 T_c の $1/2$ 以下に設定したことを特徴とする請求項 13 に記載の液体噴射装置。

【請求項 15】 前記第1加圧要素の供給開始から制振要素の供給開始までの期間を、圧力室の固有振動周期 T_c 以下に設定したことを特徴とする請求項 13 又は請求項 14 に記載の液体噴射装置。

【請求項 16】 前記駆動パルスは、引き込み要素の前に発生されて、中間電

位から引き込み要素の始端電位まで電位を変化させることで、基準容積の圧力室を収縮させる予備収縮要素を含むことを特徴とする請求項1から請求項15の何れかに記載の液体噴射装置。

【請求項17】 ノズル開口に連通した圧力室内の圧力を変動させ、圧力室内における圧力変動によってノズル開口から液滴を噴射させる液体噴射装置の駆動方法において、

メニスカスを圧力室側に最大限引き込むように圧力室を大きく減圧する引き込み工程と、

メニスカスの中心部をインク滴吐出方向に盛り上げるように圧力室を加圧する第1加圧工程と、

中心部が盛り上がっているメニスカスの周縁部を圧力室側に引き込むように圧力室を減圧する減圧工程と、

減圧工程で引き込んだメニスカスをインク滴吐出方向に移動させるように圧力室を加圧する第2加圧工程とを順に経ることにより、

メインの液滴に付随して飛翔するサテライトの液滴の飛翔速度を高めたことを特徴とする液体噴射装置の駆動方法。

【請求項18】 前記引き込み工程の実行期間を、圧力室の固有振動周期Tcの1/2以内に設定したことを特徴とする請求項17に記載の液体噴射装置の駆動方法。

【請求項19】 前記第2加圧工程の実行期間を、圧力室の固有振動周期Tcの1/3以内に設定したことを特徴とする請求項17又は請求項18に記載の液体噴射装置の駆動方法。

【請求項20】 前記第2加圧工程は、第1加圧工程の開始時点から圧力室の固有振動周期Tc以内の期間内に開始されることを特徴とする請求項17から請求項19の何れかに記載の液体噴射装置の駆動方法。

【請求項21】 前記第2加圧工程は、第1加圧工程の開始時点からの経過時間が圧力室の固有振動周期Tcの1/4以上3/4以下の間に開始されることを特徴とする請求項20に記載の液体噴射装置の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、インクジェット式記録装置等の液体噴射装置、及び、この液体噴射装置の駆動方法に関し、特に、極めて少量の液滴を吐出させるようにしたものに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来の技術を、液体噴射装置の一形態であるインクジェットプリンタ（インクジェット式記録装置）を例に挙げて説明する。

【0003】

このプリンタでは、インクジェット式記録ヘッドから吐出させるインク滴の量により記録紙上のドットの大きさ、つまり解像度が決まる。このため、インク滴の吐出量の制御が重要となる。ここで、ノズル開口の口径によってインク滴の吐出量を制御すると、口径を小さく絞った場合には解像度の向上は図れるが記録速度が遅くなってしまい、口径を大きくした場合には記録速度の向上は図れるが解像度の低い粗い画像となってしまう。こうした相反する要求を満たすために、ノズル開口は大粒のインク滴に対応した大きな口径サイズを探って、その記録ヘッドの駆動方法とりわけ駆動信号の波形を工夫することで、同一のノズル開口から異なる量のインク滴を吐出させるようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、近年のインクジェットプリンタでは、一層の画質の向上が求められており、圧力室の容積を変化させる圧電振動子へ供給する信号の波形を工夫することで、少量のインク滴を吐出させている。しかし、画質の向上の観点からは極く少量のインク滴を吐出させることが求められている。

【0005】

また、インク滴を吐出した場合において、このインク滴はメインインク滴と、このメインインク滴に付随するサテライトインク滴とに分かれて飛翔することが知られている。即ち、メインインク滴に続いてサテライトインク滴が飛翔する。

4 pL (ピコリットル) 程度の極く少量のインク滴では、メインインク滴とサテライトインク滴とはほぼ同じ体積となり、それぞれ2 pL程度になる。これらのメインインク滴とサテライトインク滴との間には、印刷記録媒体上への着弾の時間的なずれがあり、メインインク滴が着弾した後にサテライトインク滴が着弾する。さらに、サテライトインク滴の飛翔速度はメインインク滴の飛翔速度よりも遅く、例えば、メインインク滴の飛翔速度が7~8 m/s であるのに対し、サテライトインク滴の飛翔速度は3~4 m/s である。このため、メインインク滴の着弾位置とサテライトインク滴の着弾位置とが大きくずれてしまう虞がある。

【0006】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、その主たる目的は極く少量の液滴を吐出させることにある。また、本発明の他の目的はメインの液滴とサテライトの液滴との飛翔速度差を小さくすることにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明は、ノズル開口に連通した圧力室及びこの圧力室の容積を変化させる圧力発生素子を有する噴射ヘッドと、駆動パルスを有する一連の駆動信号を生成する駆動信号生成手段とを備え、駆動パルスの供給により圧力発生素子を作動させてノズル開口から液滴を噴射するようにした液体噴射装置において、

前記駆動信号生成手段は、メニスカスを圧力室側に大きく引き込むように圧力室を急激に膨張させる引き込み要素と、メニスカスの中心部を吐出方向に盛り上げるように引き込み要素によって膨張した圧力室を収縮させる第1加圧要素と、中心部が盛り上がったメニスカスの周縁部を引き込むべく第1加圧要素によって収縮した圧力室を膨張させる膨張要素とを含んだ駆動パルスを発生し、

引き込み要素の供給時間を圧力室の固有振動周期Tcの1/2以下に設定すると共に、第1加圧要素の駆動電圧を駆動信号の駆動電圧Vhの60%以下に設定したことを特徴とする液体噴射装置である。

【0008】

ここで、「駆動電圧」とは、最低電位から最高電位までの電位差を意味する。

例えば、「駆動信号の駆動電圧」とは一印刷周期内における最高電位と最低電位との電位差を意味し、「第1加圧要素の駆動電圧」とは第1加圧要素における最高電位と最低電位との電位差を意味する。

【0009】

請求項2に記載の発明は、前記引き込み要素の駆動電圧を駆動信号の駆動電圧V_hに設定したことを特徴とする請求項1に記載の液体噴射装置である。

【0010】

請求項3に記載の発明は、前記第1加圧要素の駆動電圧を駆動信号の駆動電圧V_hの50%以下に設定し、かつ、膨張要素の駆動電圧を駆動信号の駆動電圧V_hの40%以上に設定したことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の液体噴射装置である。

【0011】

請求項4に記載の発明は、前記膨張要素の駆動電圧を第1加圧要素の駆動電圧以下に設定したことを特徴とする請求項3に記載の液体噴射装置である。

【0012】

請求項5に記載の発明は、前記膨張要素の供給時間を圧力室の固有振動周期T_cの1/4以下に設定したことを特徴とする請求項1から請求項4の何れかに記載の液体噴射装置である。

【0013】

請求項6に記載の発明は、前記膨張要素の供給に伴う圧力室の膨張速度が第1加圧要素の供給に伴う圧力室の収縮速度よりも大きくなるように膨張要素の駆動電圧及び供給時間を定めたことを特徴とする請求項1から請求項5の何れかに記載の液体噴射装置である。

【0014】

請求項7に記載の発明は、前記駆動パルスは、第1加圧要素の終端と膨張要素の始端とを同電位で接続する加圧ホールド要素を含み、

加圧ホールド要素の供給時間を圧力室の固有振動周期T_cの1/4以下に設定したことを特徴とする請求項1から請求項6の何れかに記載の液体噴射装置である。

【0015】

請求項8に記載の発明は、前記駆動パルスは、膨張要素によって膨張した圧力室を収縮させる第2加圧要素を含むことを特徴とする請求項1から請求項7の何れかに記載の液体噴射装置である。

【0016】

請求項9に記載の発明は、前記第2加圧要素の駆動電圧を駆動信号の駆動電圧Vhの75%以上に設定したことを特徴とする請求項8に記載の液体噴射装置である。

【0017】

請求項10に記載の発明は、前記第2加圧要素の供給時間を圧力室の固有振動周期Tcの1/3以下に設定したことを特徴とする請求項8又は請求項9に記載の液体噴射装置である。

【0018】

請求項11に記載の発明は、前記第1加圧要素の供給開始タイミングから第2加圧要素の供給開始タイミングまでの期間を、圧力室の固有振動周期Tc以下に設定したことを特徴とする請求項8から請求項10の何れかに記載の液体噴射装置である。

【0019】

請求項12に記載の発明は、前記第1加圧要素の供給開始から第2加圧要素の供給開始までの期間を、圧力室の固有振動周期Tcの1/4以上3/4以下の範囲内に設定したことを特徴とする請求項11に記載の液体噴射装置である。

【0020】

請求項13に記載の発明は、前記駆動パルスは、第2加圧要素の後に配置されて、第2加圧要素の終端電位を所定時間に亘って維持する制振ホールド要素と、該制振ホールド要素の終端電位から中間電位まで電位を変化させて圧力室を基準容積に膨張復帰させる制振要素とを含んでいることを特徴とする請求項8から請求項12の何れかに記載の液体噴射装置である。

【0021】

請求項14に記載の発明は、前記制振要素の供給時間を圧力室の固有振動周期

T_c の1/2以下に設定したことを特徴とする請求項13に記載の液体噴射装置である。

【0022】

請求項15に記載の発明は、前記第1加圧要素の供給開始から制振要素の供給開始までの期間を、圧力室の固有振動周期 T_c 以下に設定したことを特徴とする請求項13又は請求項14に記載の液体噴射装置である。

【0023】

請求項16に記載の発明は、前記駆動パルスは、引き込み要素の前に発生され、中間電位から引き込み要素の始端電位まで電位を変化させることで、基準容積の圧力室を収縮させる予備収縮要素を含むことを特徴とする請求項1から請求項15の何れかに記載の液体噴射装置である。

【0024】

請求項17に記載の発明は、ノズル開口に連通した圧力室内の圧力を変動させ、圧力室内における圧力変動によってノズル開口から液滴を噴射させる液体噴射装置の駆動方法において、

メニスカスを圧力室側に最大限引き込むように圧力室を大きく減圧する引き込み工程と、

メニスカスの中心部をインク滴吐出方向に盛り上げるように圧力室を加圧する第1加圧工程と、

中心部が盛り上がっているメニスカスの周縁部を圧力室側に引き込むように圧力室を減圧する減圧工程と、

減圧工程で引き込んだメニスカスをインク滴吐出方向に移動させるように圧力室を加圧する第2加圧工程とを順に経ることにより、

メインの液滴に付随して飛翔するサテライトの液滴の飛翔速度を高めたことを特徴とする液体噴射装置の駆動方法である。

【0025】

請求項18に記載の発明は、前記引き込み工程の実行期間を、圧力室の固有振動周期 T_c の1/2以内に設定したことを特徴とする請求項17に記載の液体噴射装置の駆動方法である。

【0026】

請求項19に記載の発明は、前記第2加圧工程の実行期間を、圧力室の固有振動周期Tcの1/3以内に設定したことを特徴とする請求項17又は請求項18に記載の液体噴射装置の駆動方法である。

【0027】

請求項20に記載の発明は、前記第2加圧工程は、第1加圧工程の開始時点から圧力室の固有振動周期Tc以内の期間内に開始されることを特徴とする請求項17から請求項19の何れかに記載の液体噴射装置の駆動方法である。

【0028】

請求項21に記載の発明は、前記第2加圧工程は、第1加圧工程の開始時点からの経過時間が圧力室の固有振動周期Tcの1/4以上3/4以下の間に開始されることを特徴とする請求項20に記載の液体噴射装置の駆動方法である。

【0029】

なお、本発明は、印刷方法、印刷装置等の種々の態様で実現できる。

【0030】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。なお、以下の説明では、液体噴射装置としてインクジェット式プリンタ1（以下、プリンタ1と称する）を例に挙げて説明することにする。そして、図1はプリンタ1の斜視図、図2はインクジェット式記録ヘッド2（以下、記録ヘッド2と称する）を示す断面図、図3はプリンタ1の電気的構成を説明するブロック図、図4は記録ヘッド2の電気駆動系を説明するブロック図、図5は駆動信号発生回路3の構成を説明する図、図6は駆動信号を説明する図、図7は駆動信号における駆動パルスを説明する図、図8は小ドット駆動パルスDP1を説明する図である。なお、この小ドット駆動パルスDP1は、本発明における駆動パルスに相当する。

【0031】

このインク式ジェットプリンタ1は、キャリッジ4がガイド部材5に移動可能に取り付けられており、このキャリッジ4は駆動ブーリ6と遊転ブーリ7との間に掛け渡したタイミングベルト8に接続されている。駆動ブーリ6はパルスモ-

タ9の回転軸に接合されており、キャリッジ4はパルスマータ9の駆動によって記録紙10（印刷記録媒体の一種）の幅方向である主走査方向に移動される。また、キャリッジ4における記録紙10との対向面には、記録ヘッド2が取り付けられている。

【0032】

この記録ヘッド2は、液体のインクを噴射する噴射ヘッドの一種であり、図2に示すように、インクカートリッジ11（図1参照）からのインクが供給される共通インク室12と、ノズルプレート13に穿設され、副走査方向に沿って列状に形成された複数（例えば64個）のノズル開口14…と、ノズル開口14のそれぞれに対応して複数設けられて圧電振動子15の変形によって膨張或いは収縮して容積を変える圧力室16とを備える。そして、共通インク室12と圧力室16との間をインク供給口17及び供給側連通孔18によって連通し、圧力室16とノズル開口14との間を第1ノズル連通口19及び第2ノズル連通口20によって連通している。即ち、共通インク室12から圧力室16を通ってノズル開口14に至る一連のインク流路をノズル開口14毎に形成している。

【0033】

上記の圧電振動子15は本発明の圧力発生素子の一種であり、本実施形態では所謂たわみ振動モードの圧電振動子15を用いている。このたわみ振動モードの圧電振動子15では、充電により圧電振動子15が電界と直交する方向に縮んで圧力室16が収縮し、充電された圧電振動子15を放電すると圧電振動子15が電界と直交する方向に伸長して圧力室16が膨張する。

従って、記録ヘッド2では、圧電振動子15を充放電することによって対応する圧力室16の容積が変化し、この容積変化に応じて圧力室内のインクには圧力変動が生じる。そして、このインクの圧力変動を利用してことで、ノズル開口14からインク滴を吐出させることができる。

【0034】

このように、上記の記録ヘッド2では、圧力室16内のインクを加圧したり減圧したして圧力変動を生じさせている。そして、この圧力変動に伴ってインクには、圧力室内が恰も音響管であるかの如く振る舞う圧力波が生じる。この圧力波

は、圧力室16の固有振動周期Tcで圧力室内を移動する。

この固有振動周期Tcは、単位長さあたりの媒質の質量を示すイナータンス、単位圧力あたりの容積変化を示すコンプライアンス、媒質の内部損失を示すレジスタンス、圧電振動子15が発生する圧力、及び、圧電振動子15やインク等の体積速度等をパラメータにして定めた等価回路に基づいて算出することができる。そして、本実施形態の記録ヘッド2では、算出された固有振動周期Tcは約10μsecであった。

【0035】

このように構成されたプリンタ1は、記録動作時において、キャリッジ4の主走査に同期させて記録ヘッド2から染料インクや顔料インクなどをインク滴の状態で吐出させ、キャリッジ4の往復移動に連動させて紙送りローラ21を回転して記録紙10を紙送り方向に移動させる。即ち、副走査を行う。その結果、記録紙10には、印刷データに基づく画像や文字等が記録される。

【0036】

次に、プリンタ1の電気的構成について説明する。図3に示すように、このプリンタ1は、プリンタコントローラ31と、プリントエンジン32とを備えている。

【0037】

プリンタコントローラ31は、図示しないホストコンピュータ等からの印刷データ等を受信するインターフェース33（以下、外部I/F33という）と、各種データの記憶等を行うRAM34と、各種データ処理のためのルーチン等を記憶したROM35と、CPU等からなる制御部36と、クロック信号（CK）を発生する発振回路37と、記録ヘッド2へ供給する駆動信号（COM）を発生する駆動信号発生回路38と、ドットパターンデータに展開された印字データ（SI）及び駆動信号等をプリントエンジン32に送信するためのインターフェース39（以下、内部I/F39という）とを備えている。

【0038】

外部I/F33は、例えばキャラクタコード、グラフィック関数、イメージデータのいずれか1つのデータ又は複数のデータからなる印刷データをホストコン

ピュータ等から受信する。また、外部I/F33は、ホストコンピュータに対してビジー信号(BUSY)やアクノレッジ信号(ACK)等を出力する。

【0039】

RAM34は、受信バッファ、中間バッファ、出力バッファ及びワークメモリ(図示せず)等として利用されるものである。受信バッファには、外部I/F33が受信したホストコンピュータからの印刷データが一時的に記憶される。中間バッファには、制御部36によって中間コードに変換された中間コードデータが記憶される。出力バッファには、ドット毎の印字データ(ドットパターンデータ)が展開される。ROM35は、制御部36によって実行される各種制御ルーチン、フォントデータ及びグラフィック関数、各種手続き等を記憶している。

【0040】

制御部36は、受信バッファ内の印刷データを読み出して中間コードに変換し、この中間コードデータを中間バッファに記憶する。また、制御部36は、中間バッファから読み出した中間コードデータを解析し、ROM35内のフォントデータ及びグラフィック関数等を参照して中間コードデータを上記の印字データに展開する。この印字データは、例えば2ビットの階調情報で構成される。

この展開された印字データは出力バッファに記憶されて、記録ヘッド2の1行分に相当する印字データが得られると、この1行分の印字データ(SI)は、内部I/F38を介して記録ヘッド2にシリアル伝送される。出力バッファから1行分の印字データが送信されると、中間バッファの内容が消去されて、次の中間コードに対する変換が行われる。

また、制御部36は、タイミング信号発生手段の一部を構成し、内部I/F38を通じて記録ヘッド2にラッチ信号(LAT)やチャンネル信号(CH)を供給する。これらのラッチ信号やチャンネル信号は、後述する駆動信号を構成する各パルス信号の供給開始タイミングを規定する。

【0041】

駆動信号発生回路3は、本発明における駆動信号生成手段の一種であり、複数の波形要素によって構成された駆動パルスを含んだ一連の駆動信号を生成する。なお、この駆動信号については、後で詳しく説明する。

【0042】

プリントエンジン32は、記録ヘッド2の電気駆動系と、キャリッジ4を移動させるパルスモータ9と、紙送りローラ21を回転させる紙送りモータ39等から構成される。

【0043】

記録ヘッド2の電気駆動系は、第1シフトレジスタ41及び第2シフトレジスタ42からなるシフトレジスタ回路と、第1ラッチ回路43と第2ラッチ回路44とからなるラッチ回路と、デコーダ45と、制御ロジック46と、レベルシフタ47と、スイッチ回路48と、圧電振動子15とを備えている。

【0044】

そして、各シフトレジスタ41、42、各ラッチ回路43、44、デコーダ45、スイッチ回路48、及び、圧電振動子15は、それぞれ記録ヘッド2の各ノズル開口14…に対応して複数設けられる。例えば、図4に示すように、第1シフトレジスタ41A～41Nと、第2シフトレジスタ42A～42Nと、第1ラッチ回路43A～43Nと、第2ラッチ回路44A～44Nと、デコーダ45A～45Nと、スイッチ回路48A～48Nと、圧電振動子15A～15Nとから構成される。そして、記録ヘッド2は、プリンタコントローラ31からの印字データ（階調情報）に基づいてインク滴を吐出する。

【0045】

即ち、プリンタコントローラ31からの印字データ（S I）は、発振回路37からのクロック信号（C K）に同期して、内部I/F38から第1シフトレジスタ41及び第2シフトレジスタ42にシリアル伝送される。プリンタコントローラ31からの印字データは、上記したように2ビットのデータであり、非記録、小ドット、中ドット、大ドットからなる4階調を表す。本実施形態では、非記録が階調情報（00）であり、小ドットが階調情報（01）であり、中ドットが階調情報（10）であり、大ドットが階調情報（11）である。

【0046】

この印字データは、各ドット毎、即ち、各ノズル開口14毎に設定される。そして、全てのノズル開口14…に関する下位ビット（ビット0）のデータが第1

シフトレジスタ41に入力され、全てのノズル開口14…に関する上位ビット（ビット1）のデータが第2シフトレジスタ42に入力される。第1シフトレジスタ41には第1ラッチ回路43が電気的に接続され、第2シフトレジスタ42には第2ラッチ回路44が電気的に接続されている。そして、プリンタコントローラ31からのラッチ信号（LAT）が各ラッチ回路に入力されると、第1ラッチ回路43は印字データの下位ビットのデータをラッチし、第2ラッチ回路44は印字データの上位ビットをラッチする。このような動作をする第1シフトレジスタ41及び第1ラッチ回路43と、第2シフトレジスタ42及び第2ラッチ回路44の組は、それぞれが記憶回路を構成し、デコーダ45に入力される前の印字データを一時記憶する。

【0047】

各ラッチ回路43、44でラッチされた印字データは、デコーダ45に入力される。このデコーダ45は翻訳手段として機能し、2ビットの印字データ（階調情報）を翻訳してパルス選択データ（パルス選択情報）を生成する。このパルス選択データは複数ビットで構成されており、各ビットは駆動信号（COM）を構成する各パルス信号に対応している。そして、各ビットの内容〔例えば、（0）,（1）〕に応じて圧電振動子15に対するパルス信号の供給或いは非供給が選択される。なお、パルス信号の供給制御については後で説明する。

また、デコーダ45には、制御ロジック46からのタイミング信号も入力されている。この制御ロジック46は、制御部36と共にタイミング信号発生手段として機能しており、ラッチ信号（LAT）やチャンネル信号（CH）を受信する毎にタイミング信号を発生する。

【0048】

デコーダ45によって翻訳されたパルス選択データは、上位ビット側から順に、タイミング信号によって規定されるタイミングが到来する毎にレベルシフタ47に入力される。例えば、印刷周期における最初のタイミングではパルス選択データの最上位ビットのデータがレベルシフタ47に入力され、2番目のタイミングではパルス選択データにおける2番目のビットのデータがレベルシフタ47に入力される。

【0049】

このレベルシフタ47は電圧増幅器として機能し、パルス選択データが「1」の場合には、スイッチ回路48を駆動できる電圧、例えば数十ボルト程度の電圧に昇圧された電気信号を出力する。そして、レベルシフタ47で昇圧された「1」のパルス選択データは、スイッチ手段として機能するスイッチ回路48に供給される。

【0050】

このスイッチ回路48は、印字データの翻訳により生成されたパルス選択データに基づき、駆動信号に含まれる駆動パルスを選択的に圧電振動子15に供給するものであり、その入力側には駆動信号発生回路3からの駆動信号（COM）が供給されて、その出力側には圧電振動子15が接続されている。

【0051】

パルス選択データは、スイッチ回路48の作動を制御する。例えば、スイッチ回路48に加わるパルス選択データが「1」である期間中は、スイッチ回路48が接続状態になって駆動信号が圧電振動子15に供給され、この駆動信号に応じて圧電振動子15の電位レベルが変化する。一方、スイッチ回路48に加わるパルス選択データが「0」の期間中は、レベルシフタ47からはスイッチ回路48を作動させる電気信号が出力されない。このため、スイッチ回路48が切断状態になって圧電振動子15へは駆動信号が供給されない。なお、このパルス選択データが「0」の期間において圧電振動子15の電位レベルは、パルス選択データが「0」に切り換わる直前の電位レベルを維持する。

【0052】

そして、以上の説明から判るように、制御部36、シフトレジスタ41、42、ラッチ回路43、44、デコーダ45、制御ロジック46、レベルシフタ47、及び、スイッチ回路48がパルス供給手段として機能しており、必要なパルス信号を駆動信号から選択し、この選択したパルス信号を圧電振動子15に供給する。

【0053】

上記の駆動信号発生回路3は、図5に示すように、波形生成回路51と電流増

幅回路52とを備えている。

【0054】

波形生成回路51は、波形メモリ53と、第1波形ラッチ回路54と、第2波形ラッチ回路55と、加算器56と、デジタルアナログ変換器57と、電圧增幅回路58とを備えている。

【0055】

波形メモリ53は、制御部36から出力された複数種類の電圧変化量のデータを個別に記憶する変化量データ記憶手段として機能する。この波形メモリ53には第1波形ラッチ回路54が電気的に接続されている。そして、第1波形ラッチ回路54は、第1タイミング信号に同期して波形メモリ53の所定アドレスに記憶された電圧変化量のデータを保持する。加算器56には第1波形ラッチ回路54の出力と第2波形ラッチ回路55の出力が入力され、この加算器56の出力側には上記の第2波形ラッチ回路55が電気的に接続されている。そして、この加算器56は、変化量データ加算手段として機能して、出力信号同士を加算して出力する。

【0056】

第2波形ラッチ回路55は、第2タイミング信号に同期して加算器56から出力されたデータ（電圧情報）を保持する出力データ保持手段である。デジタルアナログ変換器57は、第2波形ラッチ回路55の出力側に電気的に接続されており、第2波形ラッチ回路55が保持する出力信号をアナログ信号に変換する。電圧增幅回路58は、デジタルアナログ変換器57の出力側に電気的に接続されており、デジタルアナログ変換器57で変換されたアナログ信号を駆動信号の電圧まで増幅する。

【0057】

電流增幅回路52は、電圧增幅回路58の出力側に電気的に接続されており、電圧增幅回路58で電圧が増幅された信号に対する電流増幅を行って駆動信号（COM）として出力する。

【0058】

上記の構成を有する駆動信号発生回路3では、駆動信号の生成に先立って、電

圧変化量を示す複数の変化量データを波形メモリ53の記憶領域に個別に記憶させる。例えば、制御部36は、変化量データとこの変化量データに対応するアドレスデータとを波形メモリ53に出力する。そして、波形メモリ53は、変化量データをアドレスデータで指定される記憶領域に記憶する。なお、変化量データは正負の情報（増減情報）を含んだデータで構成され、アドレスデータは4ビットのアドレス信号で構成される。

【0059】

このようにして複数種類の変化量データが波形メモリ53に記憶されると、駆動信号の生成が可能になる。そして、駆動信号の生成は、変化量データを第1波形ラッチ回路54にセットし、所定の更新周期毎に、第1波形ラッチ回路54にセットした変化量データを第2波形ラッチ回路55からの出力電圧に加算することで行う。

【0060】

次に、駆動信号発生回路3が生成する駆動信号（COM）について説明する。駆動信号発生回路3が発生する駆動信号は、インク量が異なる複数種類の駆動パルスを含んだ一連の信号である。例えば、図7に示すように、小ドットに対応する極く少量のインク滴を吐出させるための小ドット駆動パルスDP1と、中ドットに対応する少量のインク滴を吐出させるための中ドット駆動パルスDP2と、大ドットに対応する量のインク滴を吐出させるための大ドット駆動パルスDP3とを含んだ信号によって構成されている。さらに、各駆動パルスは、複数の波形要素によって構成されている。

【0061】

図6に示すように、この駆動信号は、期間T1で発生される第1パルス信号PS11と、期間T2で発生される第2パルス信号PS12と、期間T3で発生される第3パルス信号PS13と、期間T4で発生される第4パルス信号PS14と、期間T5で発生される第5パルス信号PS15と、期間T6で発生される第6パルス信号PS16と、期間T7で発生される第7パルス信号PS17と、期間TS1で発生される第1接続要素CP1と、期間TS2で発生される第2接続要素CP2と、期間TS3で発生される第3接続要素CP3とを含み、印刷周期

Tで繰り返し発生される信号である。そして、駆動信号の駆動電圧V_hは、最高電位V_Hから最低電位V_Lまでの電位差である。なお、接続要素C_{P1}、C_{P2}、C_{P3}は、前後に発生されるパルス信号同士の異なる電位レベルを接続する波形要素であり、圧電振動子15には供給されない。

【0062】

例示した駆動信号において、第1パルス信号P_{S11}は印字内微振動を行わせるための微振動パルスである。第2パルス信号P_{S12}は小ドット駆動パルスD_{P1}の一部を構成する信号である。第3パルス信号P_{S13}は中ドット駆動パルスD_{P2}を構成する信号である。第4パルス信号P_{S14}は大ドット駆動パルスD_{P3}の一部を構成したり、微振動パルスの一部を構成する信号である。第5パルス信号P_{S15}は第4パルス信号P_{S14}と対になって微振動パルスを構成する信号である。第6パルス信号P_{S16}は第2パルス信号P_{S12}と対になって小ドット駆動パルスD_{P1}を構成する信号である。第7パルス信号P_{S17}は第4パルス信号P_{S14}と対になって大ドット駆動パルスD_{P3}を構成する信号である。

【0063】

図7に示すように、第2パルス信号P_{S12}と第6パルス信号P_{S16}とを駆動信号から選択することにより、小ドット駆動パルスD_{P1}が生成される。同様に、第3パルス信号P_{S13}を駆動信号から選択することにより、中ドット駆動パルスD_{P2}が生成され、第4パルス信号P_{S14}と第7パルス信号P_{S17}とを駆動信号から選択することにより、大ドット駆動パルスD_{P3}が生成される。そして、このように生成した各駆動パルスを圧電振動子15に供給することで、ノズル開口14から所定量のインク滴を吐出させることができる。

なお、図示は省略したが、印字内微振動パルスは、第1パルス信号P_{S11}と第4パルス信号P_{S14}と第5パルス信号P_{S15}とを駆動信号から抽出することで生成される。

【0064】

次に、小ドット駆動パルスD_{P1}について詳しく説明する。なお、この小ドット駆動パルスD_{P1}は、本発明の駆動パルスに相当するものである。図8に示す

ように、小ドット駆動パルスD P 1は、本発明の予備収縮要素として機能する第1充電要素P 1及び第1ホールド要素P 2と、本発明の引き込み要素として機能する第1放電要素P 3と、引き込みホールド要素として機能する第2ホールド要素P 4と、本発明の第1加圧要素として機能する第2充電要素P 5と、本発明の加圧ホールド要素として機能する第3ホールド要素P 6と、本発明の膨張要素として機能する第2放電要素P 7と、膨張ホールド要素として機能する第4ホールド要素P 8と、本発明の第2加圧要素として機能する第3充電要素P 9と、本発明の制振ホールド要素として機能する第5ホールド要素P 10と、本発明の制振要素として機能する第3放電要素P 11とを備え、これらの各要素が順に発生される一連の信号である。

【0065】

第1充電要素P 1は、中間電位（バイアスレベル）VMから上昇勾配θ 1で最高電位V Hまで電位を上昇する。本実施形態の第1充電要素P 1のパルス幅、つまり供給時間は、例えば $11 \mu\text{s e c}$ に設定されている。そして、この第1充電要素P 1が圧電振動子1 5に供給されると、圧力室1 6は中間電位VMで規定される基準容積から最高電位V Hで規定される最小容積まで比較的緩やかに収縮する。そして、この第1充電要素P 1の供給によって、圧力室1 6の容積は収縮するがインク滴は吐出されない。

なお、中間電位VMは、圧力室1 6の基準容積を規定する電位であり、駆動信号における駆動電圧V h（最低電位V Lから最高電位V Hまでの電位差）に基づいて定められる。本実施形態では最低電位V Lからの電位差がV c 0となるように中間電位VMを定めている。そして、この電位差V c 0は適宜変更することができる。

【0066】

第1ホールド要素P 2は、第1充電要素P 1の終端電位である最高電位V Hを所定時間に亘って維持する。つまり、この第1ホールド要素P 2が圧電振動子1 5に供給されている期間に亘って圧力室1 6は最小容積を維持する。この供給期間において、第1充電要素P 1の供給に伴って生じた圧力室1 6内のインクの圧力変動が徐々に減衰される。そして、この第1ホールド要素P 2の供給時間は

、インクの圧力変動が減衰するために十分な時間、例えば、固有振動周期 T_c の n 倍 (n は自然数) に設定される。本実施形態では、固有振動周期 T_c の 2 倍～6 倍に相当する $20 \sim 60 \mu\text{sec}$ (マイクロ秒) に設定してある。

【0067】

第1放電要素 P_3 (引き込み要素) は、インク滴を吐出させない程度の急峻な下降勾配 θ_2 で最高電位 V_H から最低電位 V_L まで電位を下降させる引き込み要素である。この第1放電要素 P_3 が圧電振動子 15 に供給されることにより、圧力室 16 は、上記の最小容積から最低電位 V_L で規定される最大容積まで急激に膨張する (引き込み工程)。この膨張に伴って圧力室 16 内が減圧され、メニスカス (ノズル開口 14 で露出するインクの自由表面) は、圧力室 16 側に大きく引き込まれる。即ち、この引き込みに伴い、メニスカスは圧力室 16 側に最大限大きく引き込まれる。

【0068】

この第1放電要素 P_3 は、メニスカスを最大限引き込むための波形要素であるので、この機能を発揮し得る駆動電圧及び供給時間 (パルス幅) に設定される。そして、メニスカスを効率良く引き込むためには、供給時間 (引き込み工程の実行期間) は、圧力室 16 の固有振動周期 T_c の $1/2$ 以下に設定されるのが好ましい。本実施形態では固有振動周期 T_c が $10.0 \mu\text{sec}$ であるので、第1放電要素 P_3 の供給時間は $5.0 \mu\text{sec}$ 以下、具体的には $4.0 \mu\text{sec}$ に設定されている。なお、この供給時間に關し、メニスカスを圧力室側に大きく引き込むことができれば $4.0 \mu\text{sec}$ に限定されるものではない。例えば、 $3.5 \mu\text{sec}$ に設定してもよい。

【0069】

また、この第1放電要素 P_3 を供給する前に第1充電要素 P_1 及び第1ホールド要素 P_2 (つまり、予備収縮要素) を供給しており、メニスカスを大きく引き込む前に圧力室 16 を基準容積から最小容積まで収縮させている (予備収縮工程)。このようにすると、メニスカスの引き込み時における圧力室 16 の容積変化の度合いを大きくすることができ、メニスカスを圧力室側に大きく引き込むことができる。

そして、本実施形態では、これらの第1充電要素P1及び第1ホールド要素P2によって、第1放電要素P3の駆動電圧を最高電位VHである約36Vから最低電位VLであるGND電位まで、即ち、駆動信号の駆動電圧Vhに設定し、第1放電要素P3の駆動電圧をできるだけ大きな値に設定している。

【0070】

第2ホールド要素P4は、第1放電要素P3の終端電位である最低電位VLを所定時間に亘って維持する要素、言い換えれば、第1放電要素P3の終端と第2充電要素P5とを同電位で接続する要素である。この第2ホールド要素P4は、次に供給される第2充電要素P5の供給開始タイミングを規定する機能を有している。そして、本実施形態では、この第2ホールド要素P4の供給時間を2.0μsecに設定している。

【0071】

第2充電要素P5は、急峻な上昇勾配θ3で最低電位VLから第2ホールド電位VM1まで電位を上昇させる第1加圧要素である。この第2充電要素P5が圧電振動子15に供給されると、圧力室16が収縮して圧力室16内が加圧される（第1加圧工程）。これにより、インク滴の吐出が開始される。その吐出の過程で、メニスカスの中心部がその周縁部よりもインク滴の吐出方向に盛り上がった状態になるタイミングが存在する。

【0072】

そして、この第2充電要素P5は、メニスカスの中央部を盛り上げるための波形要素であるので、この作用をなし得る供給時間（第1加圧工程の実行期間）及び駆動電圧に設定される。この観点からは、第2充電要素P5の供給時間は、圧力室16の固有振動周期Tcの1/4以下に設定されていることが好ましく、本実施形態では1.6μsecに設定されている。また、第2充電要素P5の駆動電圧Vc1、即ち、最低電位VLから第2ホールド電位VM1までの電位差に関しては、上記駆動電圧Vhの50%に設定されている。

【0073】

このように駆動電圧Vc1を低く設定できるのは、第1放電要素P3の供給時間を固有振動周期Tcの1/2以下に設定してメニスカスを大きく引き込んでい

るためである。即ち、第1放電要素P3の供給に伴う引き込みの反動を利用して圧力室内のインクを加圧しているので、駆動電圧Vc1を低く設定しても必要な圧力を得ることができる。これにより、圧電振動子15に対する機械的及び電気的な負担を減らすことができ、インク滴の安定吐出や圧電振動子の延命化にも寄与する。

【0074】

なお、第2ホールド電位VM1の値、言い換えれば、第2充電要素P5の駆動電圧Vc1は、第1放電要素P3に応じて適宜に設定される。そして、この駆動電圧Vc1に関し、第1放電要素P3の終端電位と第3充電要素P9の始端電位とを揃えるという観点（後述する）からすれば、駆動信号COMにおける駆動電圧Vhの60%以下に設定することが好ましく、駆動電圧Vhの50%以下にするとより好ましい。

【0075】

また、上記した引き込みの反動を効率よく利用するためには、第2充電要素P5の供給開始タイミングが重要になる。即ち、第1放電要素P3によって引き込まれたメニスカスがインク滴の吐出方向に移動するタイミングで、第2充電要素P5の供給が開始されることが好ましい。

この観点からは、第2ホールド要素P4の供給時間は、第1放電要素P3との和が1/4~3/4Tcとなるように設定されていることが好ましい。本実施形態では上記したように2.0μsecに設定されている。

【0076】

第3ホールド要素P6は、第2充電要素P5の終端電位である第2ホールド電位VM1を所定時間維持する要素、言い換えれば、第2充電要素P5の終端と第2放電要素P7の始端とを同電位で接続する要素である。

この第3ホールド要素P6は、次に供給される第2放電要素P7の供給開始タイミングを規定するための加圧ホールド要素であり、安定して微小なインク滴を吐出させるという観点では、この第3ホールド要素P6の供給時間（収縮状態のホールド期間）は、圧力室16の固有振動周期Tcの1/4以下に設定することが好ましい。具体的には、3.0μsec以下が好ましく、より好ましくは1.

0 μ sec 以下が好ましい。要するに、可及的に零に近い値に設定するのが好ましいといえる。そこで、本実施形態では、第3ホールド要素P 6の供給時間を0.8 μ secに設定している。

【0077】

第2放電要素P 7は、急峻な下降勾配θ 4で第2ホールド電位VM 1から最低電位VLまで電位を下降させる膨張要素である。この第2放電要素P 7のが圧電振動子15に供給されると圧力室16が膨張し圧力室内が減圧される（減圧工程）。そして、第2放電要素P 7の供給は、メニスカスの中心部が盛り上がり、インク滴の先端部分が形成され始めるタイミングで行われる。これにより、圧力室16の膨張に伴ってメニスカスの周縁部（ノズル開口14の開口縁付近）は圧力室16側に引き込まれるが、メニスカスの中心部についてはこの膨張によっては引き込まれない。その結果、直径をノズル開口14の直径よりも小さくしたインク滴を吐出させることができる。

【0078】

この現象は、急峻な第2放電要素P 7の供給に伴い、メニスカスが高次の振動を起こしたために見られる現象である。即ち、第2放電要素P 7の供給に伴って、メニスカスの中心部の速度をあまり変えることなく、周縁部の移動速度をインク滴の吐出方向とは反対の方向に大きく変える振動モード（3次振動モード）が励起されたと考えられる。

そして、このような振動モードを励起するためには、第2放電要素P 7の供給期間（減圧工程の実行期間）や駆動電圧が重要である。供給期間については、圧力室16の固有振動周期Tcの1/4以下にすることが好ましく、本実施形態では、1.0 μ secに設定している。また、駆動電圧については、駆動信号における駆動電圧Vhの50%に設定している。即ち、第2放電要素P 7の駆動電圧も第2充電要素P 5と同じく駆動電圧Vc1に設定している。

【0079】

なお、インク滴の量を少なくするためには、第2放電要素P 7の供給に伴う圧力室16の膨張速度が、第2充電要素P 5の供給に伴う圧力室16の収縮速度よりも大きくなるように第2放電要素P 7の駆動電圧と供給時間を定めることが好

ましい。

【0080】

また、第2放電要素P7の供給を開始するタイミングは、インク滴の量を少なくするという点において重要である。そして、ノズル開口14から吐出しようとするインク滴がメニスカスに形成し始めた時点から、メニスカスの中心部が柱状に延びている状態であってこのインク柱の根本部分における移動速度の平均が略零になる時点までの間に、第2放電要素P7の供給を開始すれば、インク滴の量を少なくできるという効果が得られる。

【0081】

また、上記したように第2充電要素P5の駆動電圧Vc1が比較的低く設定できたことから、この第2放電要素P7の駆動電圧を低くしても第2放電要素P7の終端電位を第1放電要素P3の終端電位に揃えることができる。これにより、その後に供給される第3充電要素P9の始端電位を低く設定することができ、この第3充電要素P9の駆動電圧を大きく設定しても駆動信号の駆動電圧Vhを適正な電圧値に収めることができる。

【0082】

この観点では、第2放電要素P7の駆動電圧は、第2充電要素P5の駆動電圧以下に設定されるのが好ましく、同じ電圧か少し低い電圧に設定されるのがより好ましい。例えば、第2充電要素P5の駆動電圧が駆動電圧Vhの60%に設定された場合には、第2放電要素P7の駆動電圧は、駆動電圧Vhの50%以上60%以下が好ましい。また、駆動電圧Vc1が駆動電圧Vhの50%に設定された場合には、駆動電圧Vhの40%以上50%以下が好ましい。言い換えると、第2放電要素P7の終端電位が第1放電要素P3の終端電位から中間電位VM側に向けて駆動電圧Vhの10%の範囲内に収まるように、第2放電要素P7の駆動電圧を設定するのが好ましい。

【0083】

そして、以上説明した第1放電要素P3、第2充電要素P5及び第2放電要素P7を圧電振動子15に供給すると、上記したインク柱のインク量を極めて少なくすることができ、その結果、吐出されるインク滴の量を絞ることができる。

【0084】

第4ホールド要素P8は、第2放電要素P7の終端電位である最低電位VLを所定時間に亘って維持する要素であり、その供給時間は、例えば1.2μsecに設定される。この第4ホールド要素P8は、次に供給される第3充電要素P9の供給開始タイミングを規定する。

【0085】

第3充電要素P9は、上昇勾配θ5で最低電位VLから第3ホールド電位VH1まで電位を上昇させる第2加圧要素である。この第3充電要素P9が圧電振動子15に供給されると圧力室16が比較的大きく収縮する（第2加圧工程）。そして、この圧力室16の収縮に伴ってインクが加圧され、メニスカスがインク滴の吐出方向に移動し、メニスカスの中心部に形成されたインク柱をインク吐出方向に押し出すように作用する。

【0086】

本実施形態では、第1放電要素P3、第2充電要素P5及び第2放電要素P7を上記のように設定したので、第2放電要素P7の終端電位（つまり第3充電要素P9の始端電位）を、第1放電要素P3の終端電位に揃えることができる。具体的には、第3充電要素P9の始端電位を最低電位VLにすることができる。これにより、駆動電圧Vc2の設定可能範囲を広げることが容易になる。即ち、駆動電圧Vc2を大きく設定しても第3充電要素P9の終端電位を所定電位以下に収めること、例えば最高電位VHよりも低くすることができる。

【0087】

この第3充電要素P9の供給時間（第2加圧工程の実行期間）や駆動電圧Vc2（始端電位である最低電位VLと終端電位である第3ホールド電位VH1との電位差）は、上記したインク柱の押し出し力に影響する。即ち、供給時間を短く駆動電圧Vc2を大きく設定すると、圧力室16が短時間で大きく収縮するので、インク柱の押し出し力は比較的大きくなる。反対に、供給時間を長く駆動電圧Vc2を大きく設定すると、インク柱の押し出し力は比較的小さくなる。

【0088】

そして、インク柱を効率良く押し出すためには、第3充電要素P9の供給時間

を、圧力室16の固有振動周期Tcの1/3以下に設定することが好ましい。本実施形態では、この考えに基づき、第3充電要素P9の供給時間を1.6μsecに設定している。

【0089】

また、第3充電要素P9の駆動電圧Vc2に関しては、サテライトインク滴の飛翔速度が高められる範囲で適宜に設定することができる。例えば、駆動電圧Vc2は、駆動電圧Vhの70%としても良いし、90%としても良い。好ましくは、駆動電圧Vhの75%以上である。そして、本実施形態では、駆動電圧Vc2を駆動電圧Vhの75%に設定している。この程度まで駆動電圧Vc2を大きく設定すると、第3充電要素P9の供給により、インク柱をインク滴の吐出方向に比較的強い力で押し出すことができる。このため、インク柱がちぎれて、前側のメインインク滴とこのメインインク滴に付随するサテライトインク滴とに分かれて飛翔した際に、サテライトインク滴の飛翔速度が4.5~6.0m/sとなり、従来よりも高速で飛翔する。

なお、駆動電圧Vhをむやみに高くしないという観点からは、第3充電要素P9の終端電位は、第1放電要素P3の始端電位を越えないように設定されるのが好ましい。

【0090】

また、インク柱の押し出しという観点からすれば、第3充電要素P9の供給を開始するタイミングも重要である。これは、圧力室16を収縮させるタイミングがずれてしまうと、インクの挙動が乱れる等して所望の吐出特性が得られ難くなってしまうからである。この点を考慮すると、第2充電要素P5の供給開始タイミングから第3充電要素P9の供給開始タイミングまでの期間、即ち、第2充電要素P5の始端から第3充電要素P9の始端までの期間は、圧力室16の固有振動周期Tc以下に設定するのが好ましく、固有振動周期Tcの1/4以上3/4以下の範囲内に設定するのがより好ましい。そして、本実施形態では、この期間を4.6μsecに設定している。

【0091】

第5ホールド要素P10は、第3充電要素P9の終端電位である第3ホールド

電位VH1を所定時間に亘って維持する要素、言い換えれば、第3充電要素P9の終端と第3放電要素Pw d 3の始端とを第3ホールド電位VH1で接続する要素である。この第5ホールド要素P10は、次に供給される第3放電要素P11の供給開始タイミングを規定するための制振ホールド要素であり、その供給時間は1.8μsecに設定されている。この第5ホールド要素P10が圧電振動子15に供給されると、第3充電要素P9による圧力室16の収縮動作が停止される。このとき、上記のインク柱がちぎれ、メインインク滴と、このメインインク滴の飛翔に付随して生じるサテライトインク滴とが飛翔する。即ち、メインインク滴の後を追うようにしてサテライトインク滴が飛翔する。

【0092】

この場合において、小ドットのインク量が約4pLであった場合には、メインインク滴の量は約2pLとなり、サテライトインク滴の量も約2pLとなる。そして、上記したように、サテライトインク滴の飛翔速度が4.5~6.0m/sに高められているので、メインインク滴とサテライトインク滴との着弾時間のずれを小さくすることができる。その結果、メインインク滴とサテライトインク滴との着弾時間のずれに起因する印刷品質の低下を抑制でき、画質の向上が図れる。

【0093】

また、サテライトインク滴の飛翔速度が高められるので、顔料インクを吐出した際ににおけるサテライトインク滴の飛行曲がりを抑制することもできる。その結果、一般的に飛翔方向の安定性に劣ると言われている顔料インクにおいても印刷品質の向上が図れる。

【0094】

第3放電要素P11は、下降勾配θ6で第3ホールド電位VH1から中間電位VMまで電位を下降させる要素である。この第3放電要素P11が圧電振動子15に供給されると圧力室16が基準容積まで膨張する。この膨張の開始タイミングは、第5ホールド要素P10の供給時間によって規定されており、吐出直後におけるメニスカスの比較的大きな振動を打ち消し得るタイミングとされる。即ち、メニスカスの動きに対して逆位相の振動を付与し得るタイミングで圧力室16

を膨張させる。従って、このように作用する第3放電要素P11は、制振要素として機能する。

【0095】

そして、第3放電要素P11の供給開始タイミングは、第2充電要素P5の供給開始タイミングからの経過時間で規定される。即ち、第2充電要素P5の始端から第3放電要素P11の始端までの期間を、圧力室16の固有振動周期Tc以下に設定するのが好ましい。そして、本実施形態では、第5ホールド要素P10の供給時間が1.8μsecに設定されているので、当該期間は8.0μsecに設定している。

【0096】

また、第3放電要素P11の供給時間は、圧力室16の膨張速度を規定するので、インク滴吐出後におけるメニスカスの振動を効率よく減衰させるという観点から重要である。そして、第3放電要素P11の供給時間については、圧力室16の固有振動周期Tcの1/2以下に設定するのが好ましい。そして、本実施形態では、この条件を満たすように、第3放電要素P11の供給時間を1.6μsecに設定している。

【0097】

以上説明したように、小ドット駆動パルスDP1を圧電振動子15に供給すると、第1放電要素P3によって圧力室16内が急速に減圧されてメニスカスが圧力室側に大きく引き込まれ、この減圧終了後に第2充電要素P5によって圧力室16が少し加圧され、この加圧終了後に第2放電要素P7によって圧力室16が再度減圧され、この再度の減圧後に第3充電要素P9によって圧力室16が加圧される。

【0098】

この一連の動作において、第1放電要素P3及び第2充電要素P5の供給によってメニスカスの中心部に突出部を形成しており、第2放電要素P7の供給による圧力室16側への引き込み力を作用させることでメニスカスの周縁部を圧力室16側に引き込んでいる。これにより、極く少量のインク滴を吐出させることが可能となる。さらに、生成されたインク柱を第3充電要素P9の供給による圧力

室16の加圧でインク吐出方向に押し出している。これにより、インク柱の根本部分（メニスカス側の部分）がインク吐出方向に付勢されるので、このインク柱がちぎれてメインインク滴とサテライトインク滴とに分かれて飛翔した際に、サテライトインク滴の飛翔速度を高めることができる。その結果、メインインク滴の着弾位置とサテライトインク滴の着弾位置とを揃えることができ、画質の向上が図れる。

【0099】

次に、各パルス信号を選択して多階調の記録を行う手順について説明する。デコーダ45は、印字データ（階調情報）に対応して10ビットのパルス選択データを生成する。このパルス選択データの各ビットは、各パルス信号及び接続要素に対応している。即ち、パルス選択データの最上位ビットが期間T1の第1パルス信号PS11に対応し、2番目のビットが期間T2の第2パルス信号PS12に対応し、3番目のビットが期間TS1の第1接続要素CP1に対応している。以下同様に、最下位ビット（期間T7の第7パルス信号PS17）まで、各パルス信号及び接続要素とパルス選択データとが対応している。なお、デコーダ45は、接続要素CP1～CP3に対応するビットにはデータ（0）を設定する。

【0100】

そして、パルス選択データの最上位ビットが（1）の場合には、LAT信号に対応して期間T1の始端で発生する最初のタイミング信号から最初のCH信号に対応して期間T2の始端で発生する2番目のタイミング信号までスイッチ回路48が接続状態になる。これにより、駆動信号から第1パルス信号PS11が抽出されて圧電振動子15に供給される。同様に、2番目のビットが（1）の場合には、2番目のタイミング信号から2番目のCH信号に対応して期間TS1の始端で発生する3番目のタイミング信号までスイッチ回路48が接続状態になる。これにより、駆動信号から第2パルス信号PS12が抽出されて圧電振動子15に供給される。また、3番目以降のビットについても同様に内容が（1）であった場合に対応するパルス信号が供給される。

【0101】

そして、デコーダ45は、図7に示すように、小ドットの印字データ（階調情

報01)の翻訳によりパルス選択データ(0100000100)を生成する。同様に、中ドットの印字データ(階調情報10)の翻訳によりパルス選択データ(0001000000)を生成し、大ドットの印字データ(階調情報11)の翻訳によりパルス選択データ(0000100001)を生成する。

【0102】

これにより、小ドットの印字データに基づき、対応する圧電振動子15には第2パルス信号PS12と第6パルス信号PS16とが供給される。つまり、圧電振動子15には小ドット駆動パルスDP1が供給される。また、中ドットの印字データに基づき、対応する圧電振動子15には第3パルス信号PS13だけが供給される。つまり、圧電振動子15には中ドット駆動パルスDP2が供給される。同様に、大ドットの印字データに基づき、対応する圧電振動子15には第4パルス信号PS14と第7パルス信号PS17とが供給される。つまり、圧電振動子15には大ドット駆動パルスDP3が供給される。即ち、パルス供給手段は、ノズル開口から吐出させるインク滴の量に応じて、パルス信号を圧電振動子に選択的に供給している。

【0103】

なお、上記の実施形態に関し、上述した本発明の要旨の範囲内で種々の追加、変更等が可能である。例えば、図9に示すような小ドット駆動パルスの変形例においてもサテライトの飛翔速度をある程度高めることができる。

【0104】

この変形例の小ドット駆動パルスDP1'は、上記した小ドット駆動パルスDP1における第3充電要素P9、第5ホールド要素P10及び第3放電要素P11の部分が相違しており、その他の波形要素は同一である。なお、図9において小ドット駆動パルスDP1と同一波形要素とな波形要素には同一の符号を付している。

【0105】

この小ドット駆動パルスDP1'では、第3充電要素P9'は、上昇勾配θ5'で始端電位である最低電位VLから終端電位である中間電位VMまで電位を上昇させ、圧力室16を最低電位VLで規定される容積から中間電位VMで規定さ

れる基準容積まで収縮復帰させている。このため、上記の小ドット駆動パルスD P 1における第5ホールド要素P 1 0と第3放電要素P 1 1は、この駆動パルスD P 1'では省かれている。

【0106】

この小ドット駆動パルスD P 1'においては、第3充電要素P 9'がインク柱をインク吐出方向に押し出すように作用する。従って、メインインク滴としての微小インク滴の飛翔に付随して飛翔されるサテライトの飛翔速度を、この第3充電要素P 9'の供給によってある程度高めることができる。

【0107】

ところで、上記の実施形態では、たわみ振動モードの圧電振動子1 5を備えた記録ヘッド2を有するプリンタ1を例示したが、本発明は、所謂縦振動モードの圧電振動子を用いた記録ヘッド2を有するプリンタ1にも適用することができる。この縦振動モードの圧電振動子は、充電による変形で圧力室1 6を膨張させ、放電による変形で圧力室1 6を収縮させる圧電振動子である。また、圧電振動子に限らず、磁歪素子によって圧力室1 6の容積を変化させ、インクに圧力変動を生じさせる記録ヘッドを用いてもよい。

【0108】

さらに、本発明は、グルーやマニキュア等の液体をノズル開口1 4から噴射する装置にも適用することができる。

【0109】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば以下の効果を奏する。即ち、駆動信号生成手段は、メニスカスを圧力室側に大きく引き込むように圧力室を急激に膨張させる引き込み要素と、メニスカスの中心部を吐出方向に盛り上げるように引き込み要素によって膨張した圧力室を収縮させる第1加圧要素と、中心部が盛り上がったメニスカスの周縁部を引き込むべく第1加圧要素によって収縮した圧力室を膨張させる膨張要素とを含んだ駆動パルスを発生し、引き込み要素の供給時間を圧力室の固有振動周期T cの1/2以下に設定すると共に、第1加圧要素の駆動電圧を駆動信号の駆動電圧V hの60%以下に設定したので、引き込み要素、第1

加圧要素及び膨張要素の供給に伴ってメニスカスの中心部分に生成される液柱の量を極めて少なくすることができる。これにより、吐出される液滴の量を減らすことができる。

【0110】

さらに、引き込み要素の供給時間を圧力室の固有振動周期の1/2以下に設定してメニスカスを大きく引き込んでいるので、この引き込みの反動を利用して、第1加圧要素の供給による液体の加圧を低い駆動電圧で行っても必要な圧力を得ることができる。これにより、圧力発生素子に対する負担を減らすことができ、液滴の安定吐出や圧電振動子の延命化にも寄与する。

【0111】

また、駆動パルスが膨張要素によって膨張した圧力室を収縮させる第2加圧要素を含んでいる場合には、この第2加圧要素の供給に伴ってメニスカスが液滴吐出方向に移動するので、液柱を根本部分から押すような状態になる。このため、液柱が途中でちぎれてメインの液滴とサテライトの液滴とに分かれて飛翔した際に、サテライトの液滴がメニスカスによって付勢され飛翔速度が向上する。その結果、メインの液滴の着弾位置とサテライトの液滴の着弾位置とを揃えることができる。

【0112】

さらに、第1加圧要素の駆動電圧が駆動信号における駆動電圧の60%以下に設定されているので、第2加圧要素の始端電位である膨張要素の終端電位を引き込み要素の終端電位に容易に近付けることができる。これにより、第2加圧要素の駆動電圧の設定可能範囲を広げることが容易になる。その結果、サテライトの液滴の速度の広い範囲での調整を、駆動信号の駆動電圧を広げずに行うことができる。

【0113】

また、第2加圧要素の駆動電圧を駆動信号における駆動電圧の75%以上に設定した場合には、メインの液滴の着弾位置とサテライトの液滴の着弾位置とをより近付けることができ、画質の一層の向上が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

インクジェットプリンタの斜視図である。

【図2】

インクジェット式記録ヘッドを示す断面図である。

【図3】

インクジェットプリンタの電気的構成を説明するブロック図である。

【図4】

インクジェット式記録ヘッドの電気駆動系を説明するブロック図である。

【図5】

駆動信号発生回路の構成を説明するブロック図である。

【図6】

駆動信号を示す図である。

【図7】

駆動信号における駆動パルスを説明する図である。

【図8】

小ドット駆動パルスを示すタイムチャートである。

【図9】

変形例の小ドット駆動パルスを示すタイムチャートである。

【符号の説明】

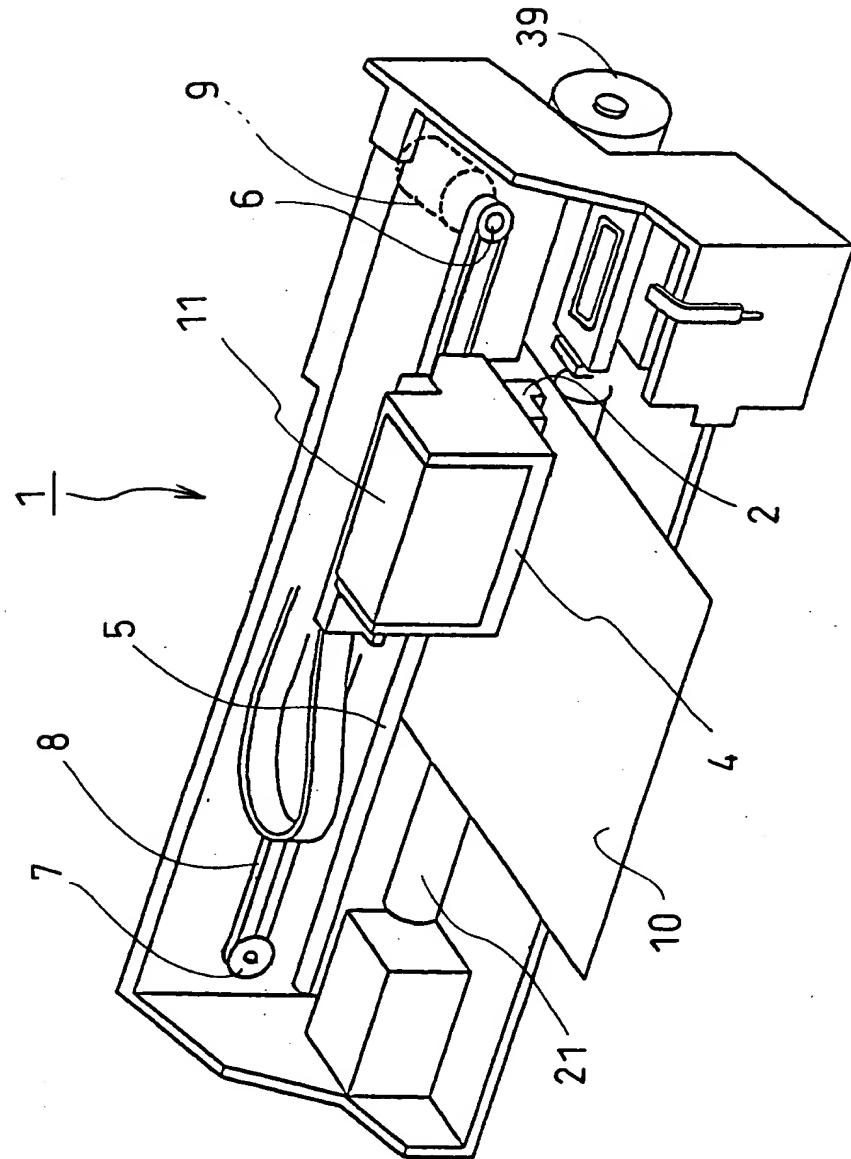
- 1 インクジェットプリンタ
- 2 記録ヘッド
- 3 駆動信号発生回路
- 4 キャリッジ
- 5 ガイド部材
- 6 駆動ブーリ
- 7 遊転ブーリ
- 8 タイミングベルト
- 9 パルスモータ
- 10 記録紙

- 1 1 インクカートリッジ
- 1 2 共通インク室
- 1 3 ノズルプレート
- 1 4 ノズル開口
- 1 5 圧電振動子
- 1 6 圧力室
- 1 7 インク供給口
- 1 8 供給側連通孔
- 1 9 第1ノズル連通口
- 2 0 第2ノズル連通口
- 2 1 紙送りローラ
- 3 1 プリンタコントローラ
- 3 2 プリントエンジン
- 3 3 外部インターフェース
- 3 4 RAM
- 3 5 ROM
- 3 6 制御部
- 3 7 発振回路
- 3 8 内部インターフェース
- 3 9 紙送りモータ
- 4 1 第1シフトレジスタ
- 4 2 第2シフトレジスタ
- 4 3 第1ラッチ回路
- 4 4 第2ラッチ回路
- 4 5 デコーダ
- 4 6 制御ロジック
- 4 7 レベルシフタ
- 4 8 スイッチ回路
- 5 1 波形生成回路

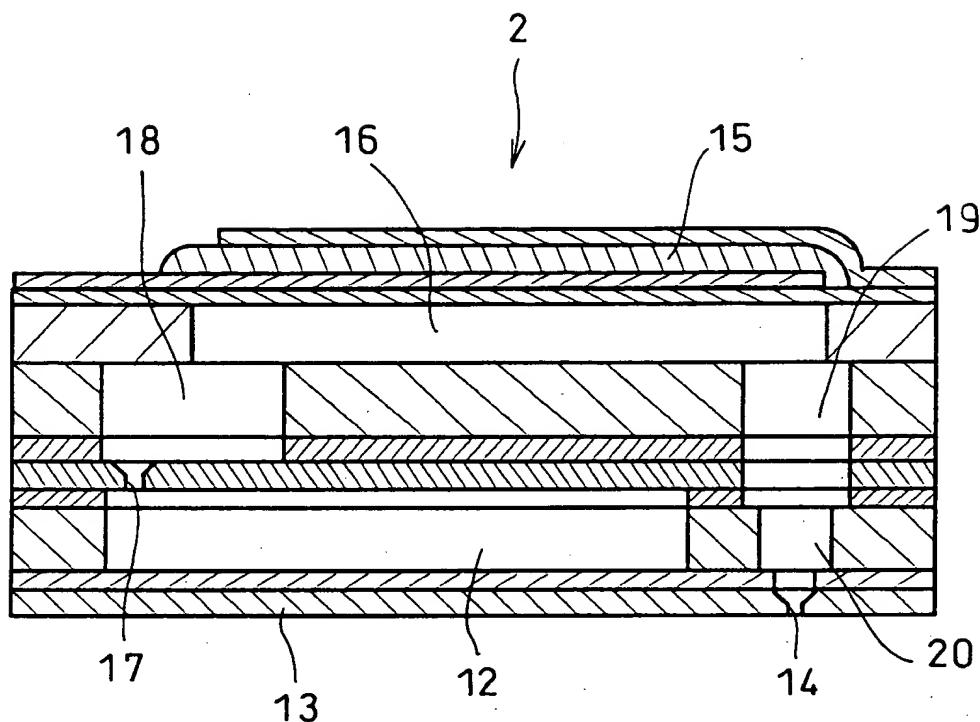
- 5 2 電流増幅回路
- 5 3 波形メモリ
- 5 4 第1波形ラッチ回路
- 5 5 第2波形ラッチ回路
- 5 6 加算器
- 5 7 デジタルアナログ変換器
- 5 8 電圧増幅回路

【書類名】 **図面**

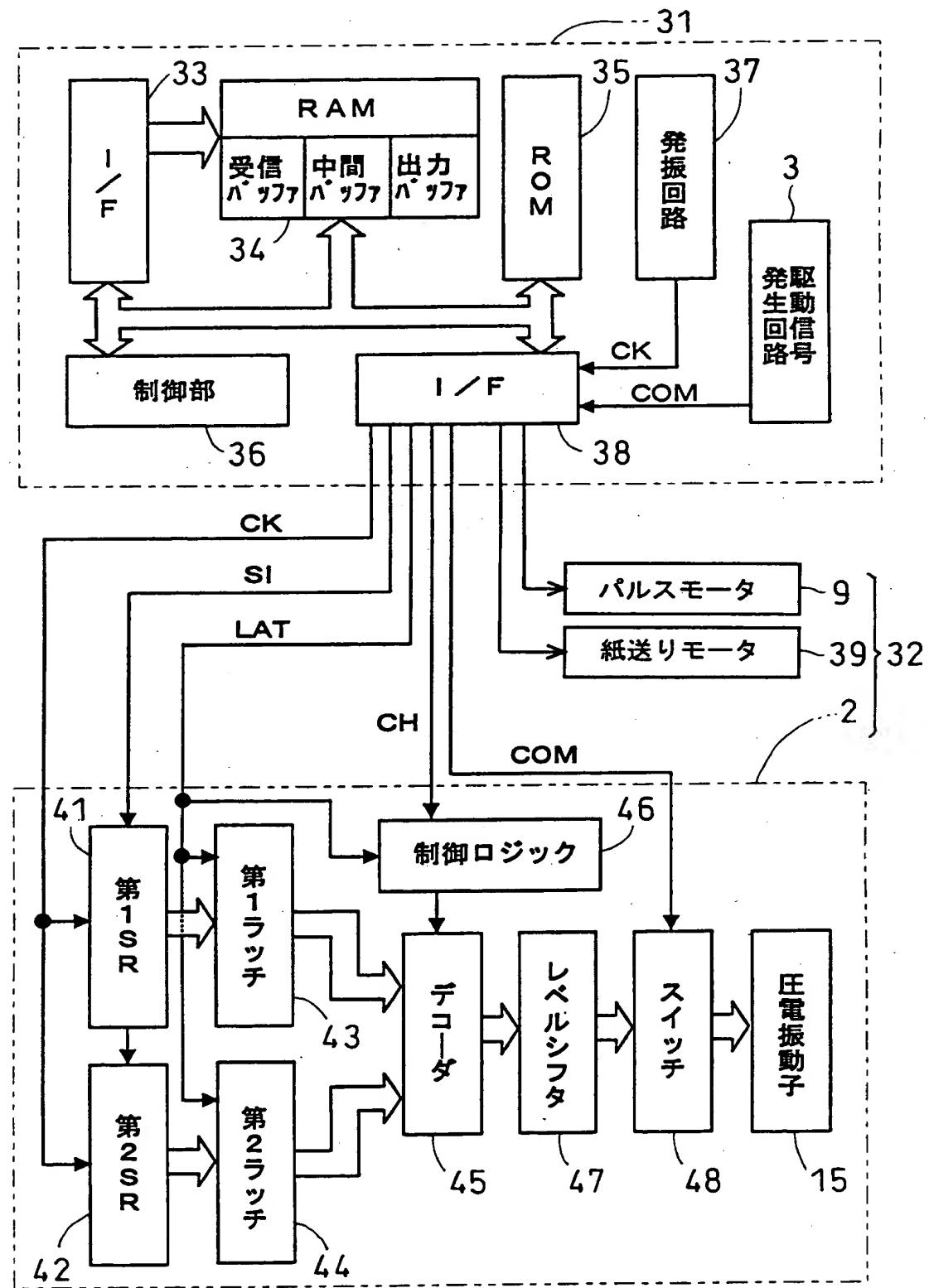
【図1】



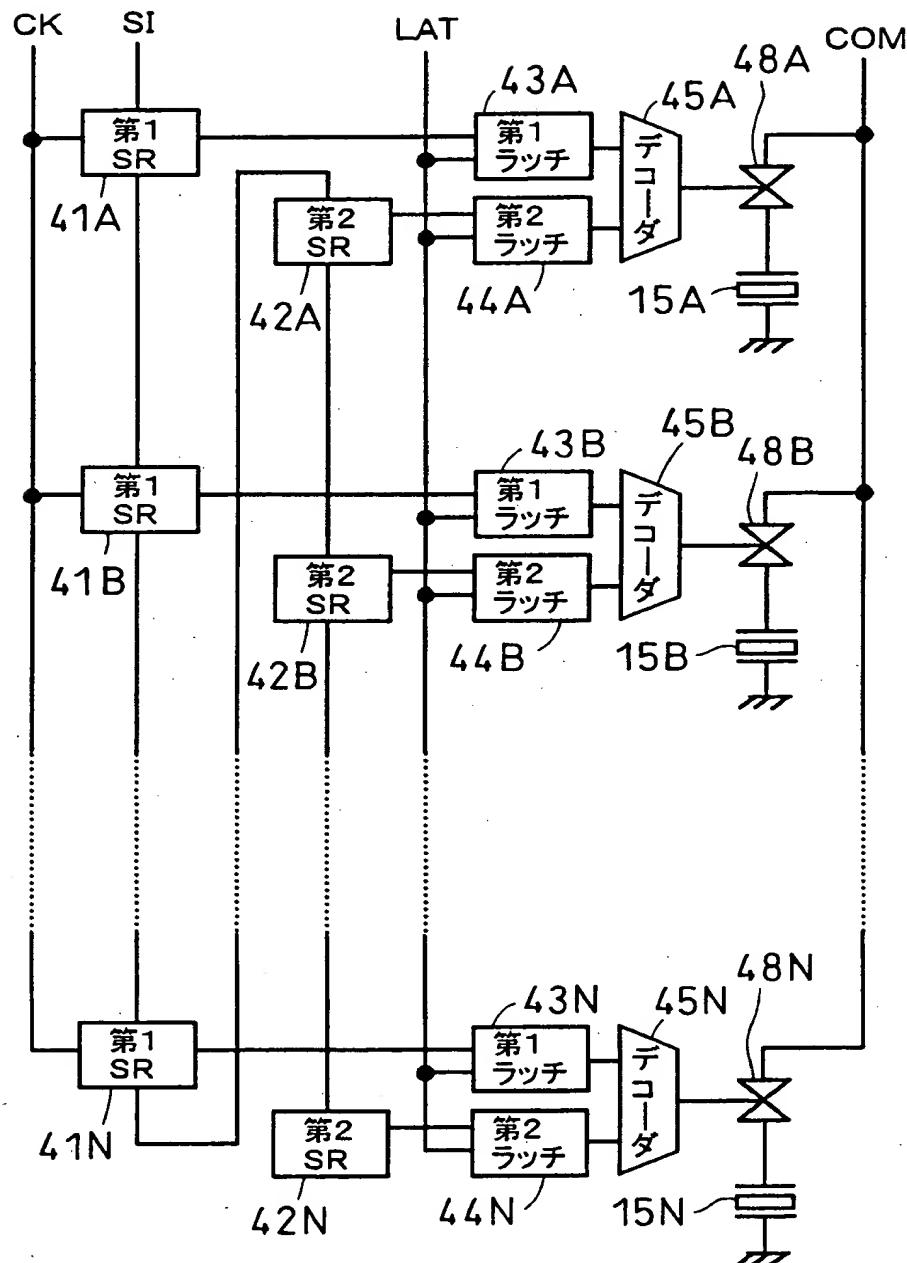
【図2】



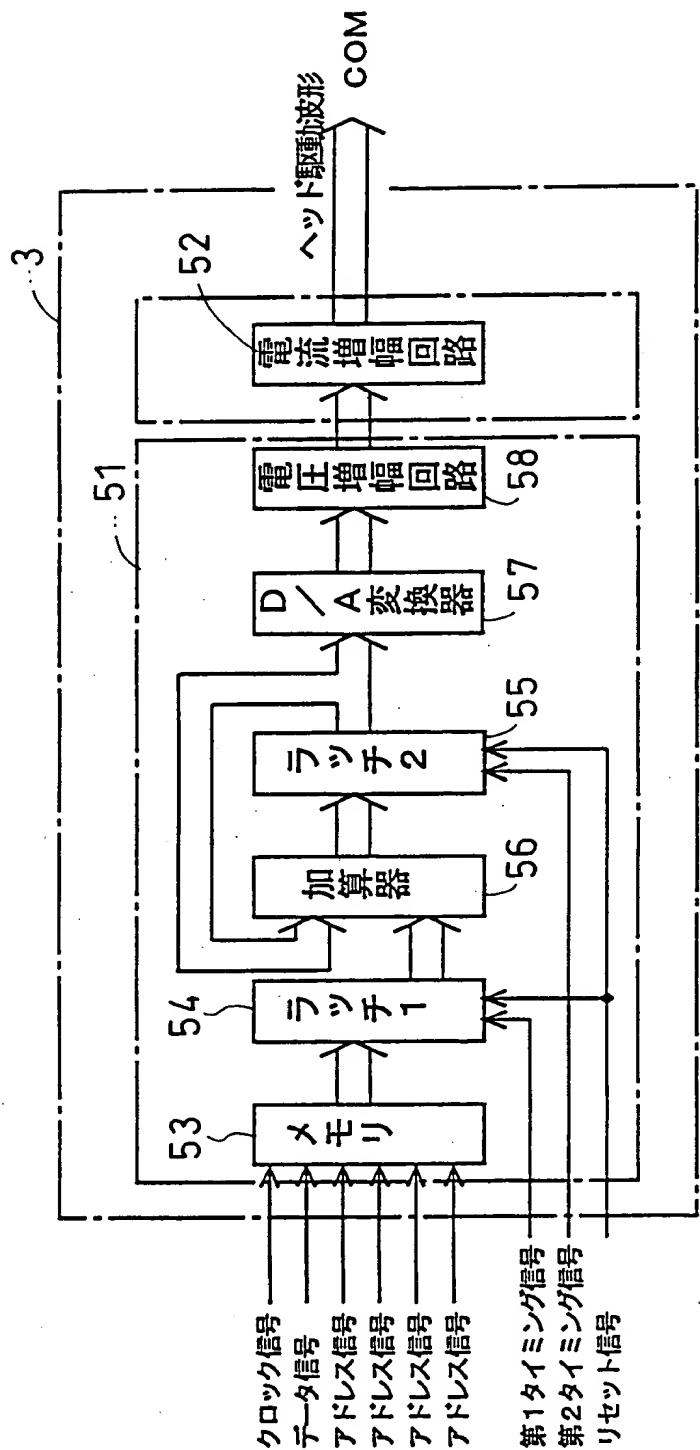
【図3】



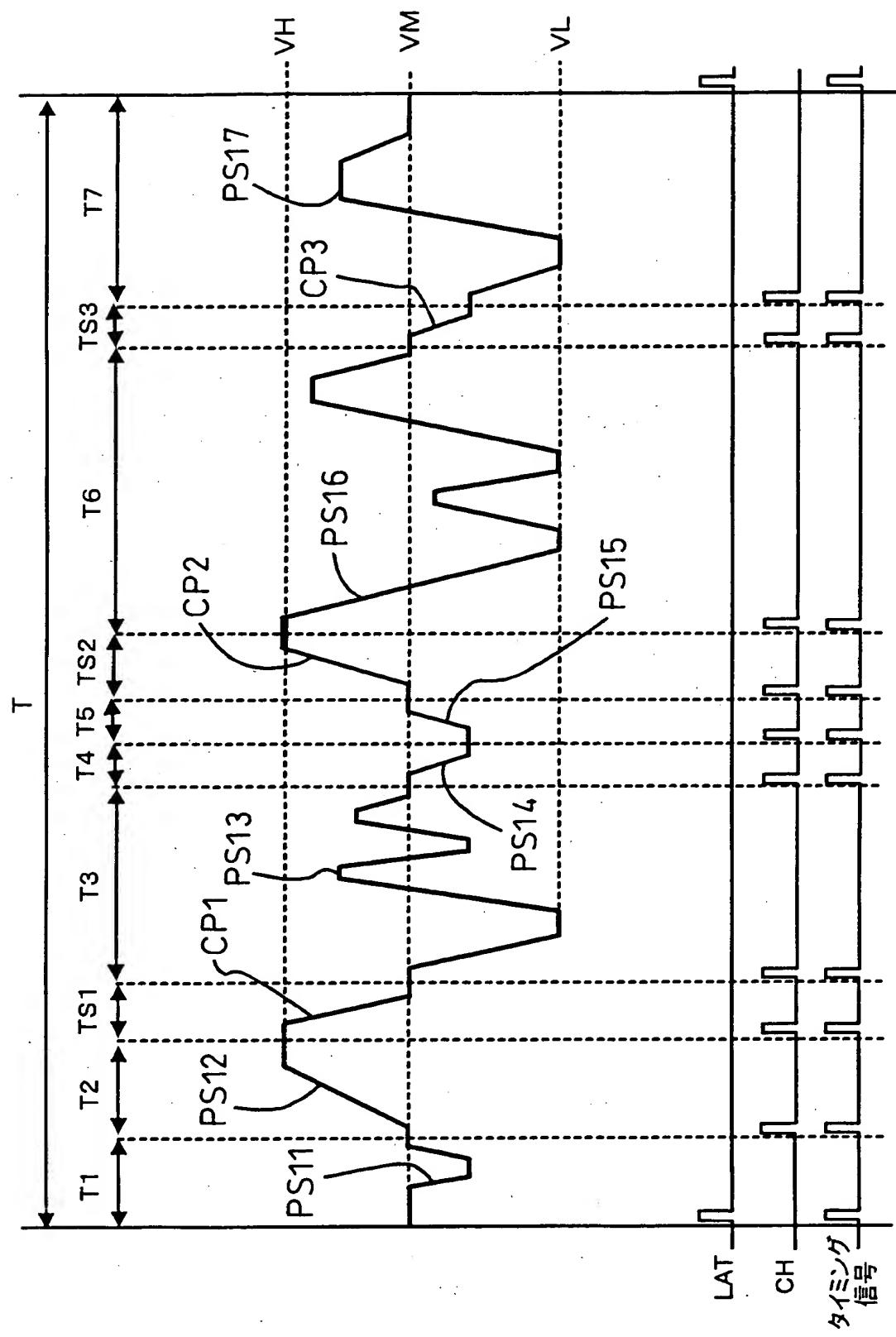
【図4】



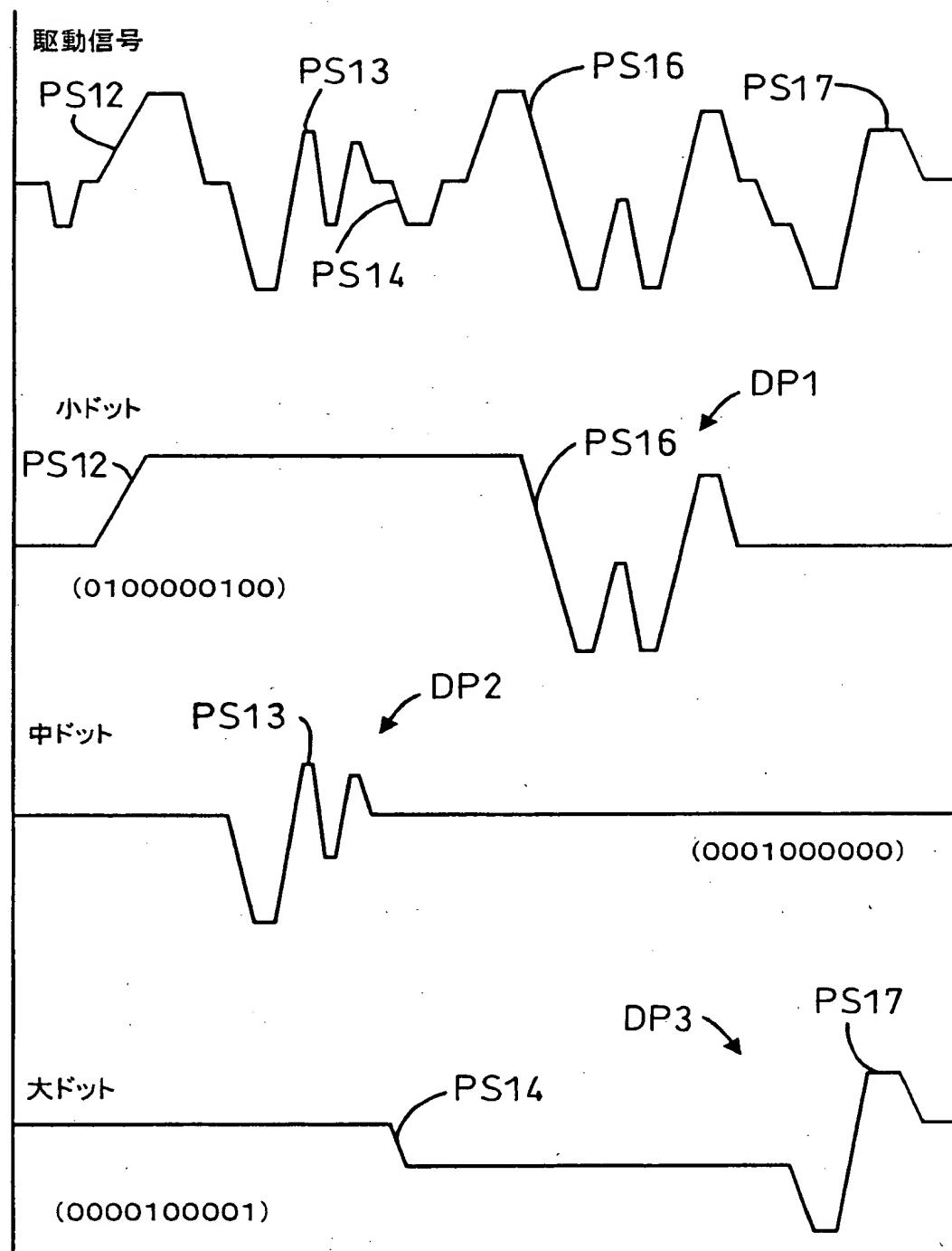
【図5】



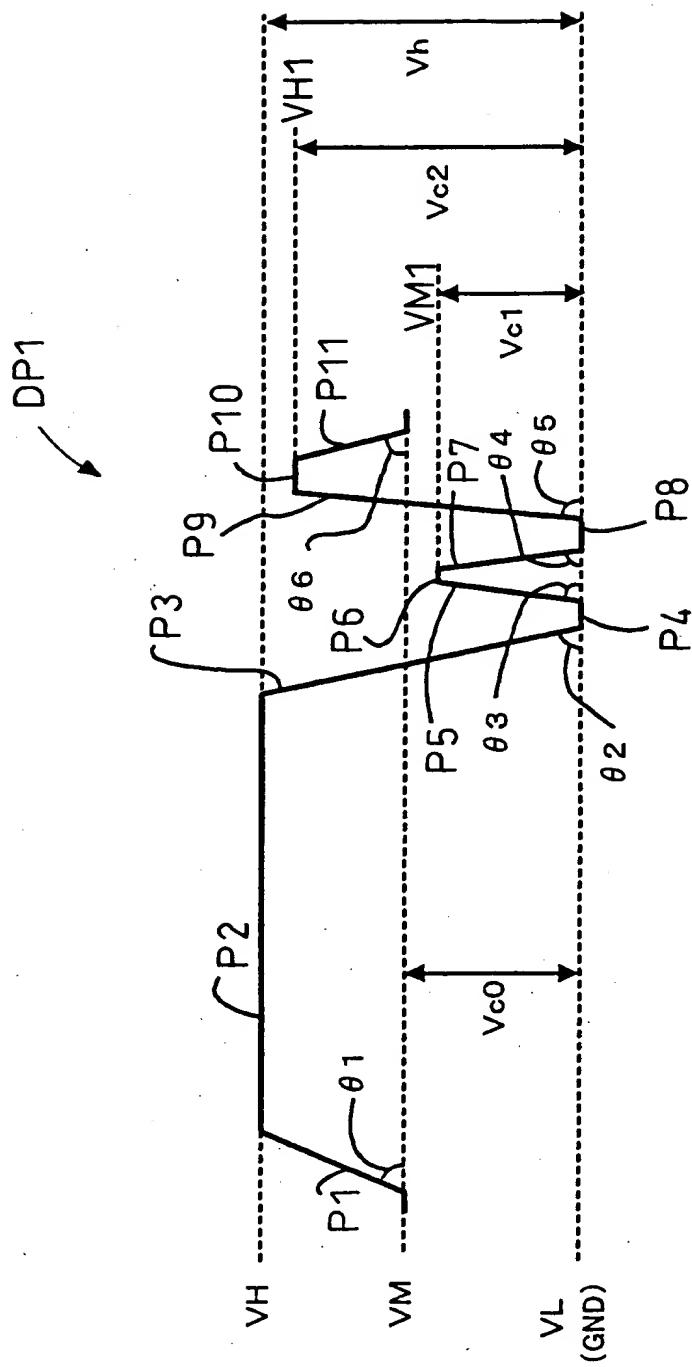
【図6】



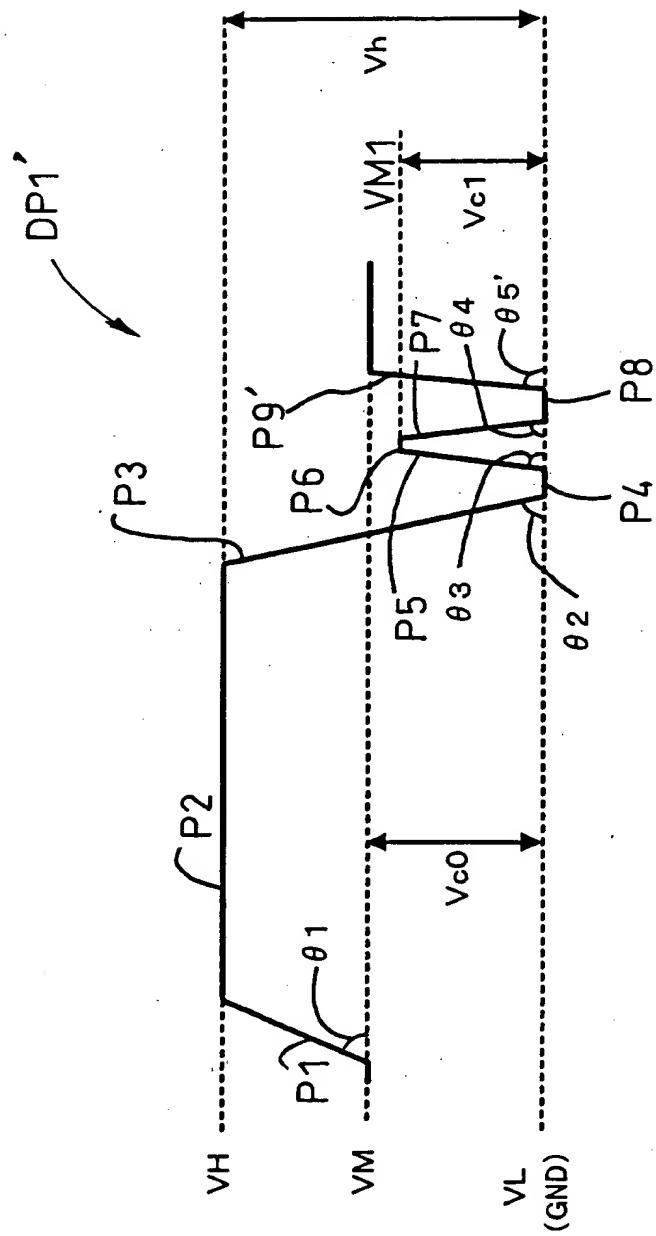
【図7】



【図8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 メインインク滴とサテライトインク滴の飛翔速度差を小さくする。

【解決手段】 駆動信号発生回路は、メニスカスを圧力室側に引き込むべく圧力室内を膨張させる第1放電要素P3と、第1放電要素によって膨張した圧力室を少し収縮させる第2充電要素P5と、第2充電要素によって収縮した圧力室を再度膨張させる第2放電要素P7と、第2放電要素によって膨張した圧力室を収縮させる第3充電要素P9を含んだ小ドット駆動パルスを生成する。そして、第1放電要素の供給時間を圧力室の固有振動周期の1/2以下に設定すると共に、第2充電要素の駆動電圧を駆動信号における駆動電圧の60%以下に設定し、第3充電要素の駆動電圧を駆動信号における駆動電圧の75%以上に設定する。

【選択図】 図8

出願人履歴情報

識別番号 [000002369]

1. 変更年月日 1990年 8月20日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

氏 名 セイコーエプソン株式会社